

**(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Offenlegungsschrift

DE 199 36 344 A 1

⑤ Int. Cl.⁷:
B 22 D 11/04
B 22 D 15/00

(21) Aktenzeichen: 199 36 344.7
(22) Anmeldetag: 2. 8. 1999
(43) Offenlegungstag: 10. 2. 2000

⑩ Unionspriorität:
10-217576 31. 07. 1998 JP

(72) Erfinder:
Tsune, Kiyoshi, Kobe, Hyogo, JP; Asano, Fumiki,
Osaka, JP

⑦ Anmelder:
Kabushiki Kaisha Kobe Seiko Sho (Kobe Steel Co., Ltd.), Kobe, Hyogo, JP

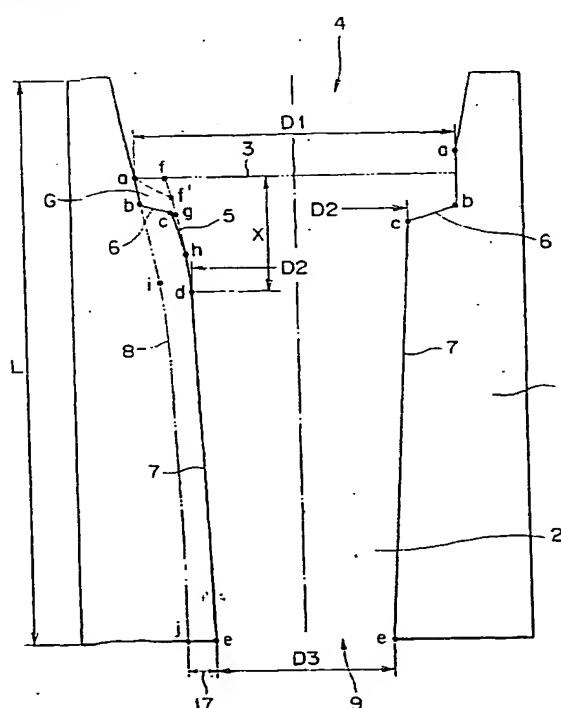
(74) Vertreter:
Müller-Bore & Partner, Patentanwälte, European
Patent Attorneys, 81671 München

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

Gußform zur Verwendung beim kontinuierlichen Metallstranggießen

57 Gußform (1), die für ein kontinuierliches Metallstranggießen geeignet ist, umfassend einen an beiden Enden offenen Hohlraum (2), in welchem eine vertikale Querschnittsform an der Innenwandoberfläche des Hohlraums von einer Gießspiegelposition (3) bis zu einem gewünschten Bereich als Verjüngungs- bzw. Verengungsbereich (6) ausgebildet ist, der dem Ausmaß der Schwindung eines zugeführten Materials beim Übergang von einer flüssigen Phase in eine feste Phase entspricht. Dies kann innere Risse bzw. Sprünge an den Ecken eines Stranggußprodukts, die in der Gußschicht bzw. Hartgußschicht ausgebildet sind, vermeiden. Daher wird eine Gußform zur Verwendung in kontinuierlichem Metallstranggießen zur Verfügung gestellt, die fähig ist, einer erhöhten Stranggußrate zu genügen.



DE 19936344 A1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Gußform zur Verwendung beim kontinuierlichen Metallstranggießen, welche einen an beiden Enden offenen Hohlraum aufweist.

Ein kontinuierliches Stranggußverfahren wird adaptiert, um kontinuierlich aus geschmolzenem Metall Stranggußprodukte, wie Blöcke, Barren oder Brammen bzw. Platten, zu gießen und hat Vorteile einer hohen Ausbeute und ist fähig, Produkte mit einer verringerten Anzahl von Schritten herzustellen. Das kontinuierliche Stranggußverfahren weist jedoch ein Problem auf, daß Luftspalte zwischen einer verfestigten Schale bzw. einem Mantel eines Gußproduktes und einer Gußformwand ausgebildet werden. Die Luftspalte verringern den Wärmeübergang zwischen der Gußform und der verfestigten Schale bzw. dem Mantel beträchtlich, was kein gleichmäßiges Abkühlen für die verfestigte Schale ergibt, innere Sprünge bzw. Risse an den Ecken des Gußproduktes ausbildet, was in einem Extremfall in einem Ausbrechen bzw. Durchbrechen der Gußprodukte resultiert. Die inneren Risse bzw. Sprünge an den Ecken des Stranggußproduktes werden durch ein verzögertes Abkühlen an den Ecken des Gußproduktes bewirkt und es wird angenommen, daß die Risse bzw. Sprünge durch Biegebeanspruchungen (Zug- und Druckkomponenten), die an den Ecken des Gußproduktes aufgrund der ungleichen Dicke der verfestigten Hülle bzw. Haut auftreten, die durch den Unterschied der Kühlbedingungen zwischen den Seiten und den Ecken der Gußform während des Fortschreitens des Kühlens bei diskontinuierlichem bzw. intermittierendem Kontakt während des kontinuierlichen Abziehens auch nach der Ausbildung von Luftspalten in der Form bewirkt werden, ausgebildet werden.

Um das Auftreten von Luftspalten bzw. Luftpzwischenräumen zu vermeiden, wurden die Optimierung einer Verjüngung bzw. eines Konus eines Gußformhohlraums (Raum in der Gußform zur Ausbildung des Stranggußproduktes), Einspritzen eines Kühlmittels in die Luftspalte und dgl. für das Erreichen eines effizienten Kontakts zwischen der verfestigten Haut bzw. Schale des Stranggußproduktes und der Gußformwand vorgeschlagen.

Als ein Verfahren zur Optimierung der Verjüngung bzw. des Konus des Gußformhohlraums wurde beispielsweise eine Gußform zur Verwendung beim kontinuierlichen Stranggießen unter Berücksichtigung eines charakteristischen Heißextraktions- bzw. -austragswerts des Gußflusses in der Gußform ebenso verwendet, wie ein Gleitmittel vorgeschlagen wurde (siehe japanische, publizierte, ungeprüfte Patentanmeldung Nr. 56-53849, welche hier vollständig als Referenz umfaßt ist). Wie dies in Fig. 4a und 4b gezeigt ist, ist eine Konizität bzw. ein Konus bzw. eine Verjüngung an einer kürzeren Seite 12 einer Gußform festgelegt, um einer spezifischen Bedingung (Verhältnis) zu genügen, um den Kühl- bzw. Abkühlzustand an den Ecken eines Gußproduktes eines Brammengusses zu verbessern. Die Gußformwandoberfläche weist eine konvexe Vorwölbung in Richtung einer Bramme bzw. einer Platte entlang der Stranggießrichtung auf und die Verjüngung bzw. der Konus vergrößert sich in einem Bereich von 5 cm bis 10 cm in der Nachbarschaft einer Gießspiegelposition bzw. Meniskusposition, während sie sich in Richtung zum Boden (Auslaß) verringert, um die Reibung zwischen dem Gußprodukt und der Gußformwand in dem unteren Bereich der Gußform nicht zu erhöhen.

Die Patentliteratur beschreibt, daß diese Ausbildung den Luftspalt, der an der kürzeren Seite einer Brammen- bzw. Plattengußform bewirkt wird, eliminieren kann und weiters

den Ausbrechen eines Gußproduktes durch Unterdrücken einer Reibung zwischen dem Stranggußprodukt und der Gußformwand, welche sich mit steigender Gießgeschwindigkeit erhöht, verhindern kann, ebenso wie sie das Ausbrechen des Formstücks durch drastisches Reduzieren der Längssprünge an der Oberfläche und im Inneren der Ecken des Stranggußprodukts, welche bis dato häufig in speziellen Stahltypen ausgebildet wurden (hoch gekohlter Stahl, niedrig legierter Spezialstahl und dgl.), verhindern kann.

10 Weiters wurde auch eine Gußform zur Verwendung für ein kontinuierliches Stranggießen vorgeschlagen, wie dies in Fig. 5a gezeigt ist, in welcher eine zusätzliche Ausweitung 15 in einem Bereich in der oberen Hälfte 13 einer kontinuierlichen Stranggußform angeordnet ist, um einen vergrößerten Querschnittsbereich 16 (siehe Fig. 5b) auszubilden, und die Umfangslänge der Gußform ist teilweise durch Vorsehen des vergrößerten Querschnittsbereiches 16 erhöht, wodurch die Umfangslänge der Gußform mit der Umfangslänge des Gußproduktes bis zur festen Schwindung abgeglichen wird und die Ausbildung von Luftspalten an den Ecken der Gußform (siehe japanische, publizierte, geprüfte Patentanmeldung Nr. 7-67600, welche hier als Bezug enthalten ist) unterdrückt wird.

15 Die Patentveröffentlichung beschreibt, daß diese Ausführungsform Oberflächendefekte an den Ecken verhindern kann und die Zerstörung oder das Ausbrechen von Gußprodukten, welches bei Hochgeschwindigkeitsstranggießen aufzutreten neigt, stark reduzieren kann.

20 Zusätzlich wurde eine kontinuierliche Stranggußform für ein Gußprodukt mit kreisförmigem Querschnitt mit einer Konizität von 5,0-19,0%/m in einem Gießspiegelbereich vorgeschlagen, und zwar unter Berücksichtigung einer festen Schwindung in Begleitung von einer $\delta \Rightarrow \gamma$ Umlagerung bzw. Transformation einer verfestigten Haut bzw. 25 Schale unmittelbar nach der Verfestigung in hypoperitektischen Stählen (0,08-0,15 Masseprozent C) (japanische, publizierte, ungeprüfte Patentanmeldung Nr. 9-314287, welche hier als Bezug enthalten ist).

25 Da die hypoperitektischen Stähle einen niedrigen Kohlenstoffgehalt aufweisen, zeigt die Struktur in der Anfangsphase der Verfestigung eine δ -Phase ähnlich reinem Eisen, welche sich in eine γ -Phase während dem Fortschreiten des Abkühlens umlagert. Wie dies mit A in Fig. 2 gezeigt ist, resultiert die Phasenumwandlung von der δ -Phase in die γ -Phase im Anfangsstadium der Verfestigung in einer relativ großen Änderung des spezifischen Volumens und demgemäß wird eine Konizität, die der festen Schwindung, von welcher die Phasenumlagerung begleitet ist, entspricht, an dem Gießspiegel- bzw. Meniskusbereich der Stranggußform 30 vorgesehen.

35 Die Patentliteratur beschreibt, daß die geoffnete, kontinuierliche Stranggußform die Ausbildung von Luftspalten, die durch die große, feste Schwindung begleitet durch die Umlagerung einer verfestigten Schale bzw. Haut von der δ -Phase in die γ -Phase gebildet werden und die Ausbildung von Rissen bzw. Sprüngen in dem Stranggußprodukt aufgrund einer verzögerten Verfestigung in der sich verfestigenden Haut bzw. der Schale im Bereich der Luftspalte vermeiden kann.

40 Selbst durch das oben beschriebene Verfahren der Optimierung der Verjüngung in dem Gußformhohlraum kann jedoch die Ausbildung von Luftspalten an den Ecken der Gußformwand nicht vollständig verhindert oder unterdrückt werden. Dies deshalb, da einige der oben beschriebenen Verfahren auf dem Schrumpfen bzw. Schwinden der verfestigten, im festen Zustand (feste Phase) gebildeten und gekühlten Schale bzw. Haut basieren, und die hierfür für den Gußformhohlraum ausgebildete Konizität nicht geeignet

sein kann, sondern Luftsäalte zwischen der Gußform und dem Gußprodukt ausbildet und weiters Luftsäalte an den Ecken der Gußform ausbildet, um eine Verzögerung der Kühlgeschwindigkeit zu bewirken, was innere, vertikale Sprünge bzw. Risse an den Ecken des Stranggußproduktes zutage bringt. Deshalb ist es schwierig, die Luftsäalte an den Ecken der Gußformwand in Übereinstimmung mit der festen Schwindung der sich verfestigenden Schale des Gußproduktes, umfassend auch die Ecken der Gußformwand zu eliminieren.

In der oben beschriebenen, existierenden Stranggußform zur Verwendung in kontinuierlichem Stranggießen kann manchmal die Ausbildung von inneren Sprüngen an den Ecken des Stranggußproduktes, insbesondere von in einer dünnen Gußschicht bzw. Hartgußschicht, die 2-8 mm unter der Oberflächenschicht vorhanden ist, ausgebildeten inneren Sprüngen an den Ecken des Stranggußproduktes, nicht immer verhindert werden.

Die inneren Sprünge an den Ecken des Stranggußproduktes werden durch eine Kühlverzögerung für die Ecken des Stranggußproduktes aufgrund der unvermeidbar an den Ecken der Gußformwand ausgebildeten Luftsäalte bewirkt, wie dies oben beschrieben wurde, und die inneren Sprünge werden mit dem Ansteigen der Stranggießgeschwindigkeit bzw. Stranggießrate merkbar länger, was zu einem Problem führt, daß die Produktivität von kontinuierlichem Stranggießen durch Erhöhen der Stranggußrate nicht verbessert werden kann.

Weiters erhöhen die inneren Sprünge an den Ecken des Stranggußproduktes das Verarbeitungsausmaß für das Stranggußprodukt, reduzieren die Ausbeute und in einem extremen Fall bewirken sie das Ausbrechen des Gußproduktes, um das kontinuierliche Stranggußverfahren zu unterbrechen und als ein Ergebnis die Produktivität des kontinuierlichen Stranggießens merkbar zu verringern.

Zusammenfassung der Erfindung

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine Gußform zur Verwendung beim kontinuierlichen Metallstranggießen zur Verfügung zu stellen, die fähig ist, innere Sprünge, welche in einer Gußschicht bzw. Hartgußschicht an den Ecken eines Gußproduktes ausgebildet werden, zu vermeiden und die fähig ist, erhöhte Stranggießgeschwindigkeiten zu genügen.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine für ein kontinuierliches Metallstranggießen geeignete Gußform gemäß dem Hauptanspruch zur Verfügung gestellt. Bevorzugte Ausführungsformen der erfundungsgemäßen Vorrichtung sind in den abhängigen Unteransprüchen definiert.

Die vorliegende Erfindung wurde auf der Basis einer neuen Erkenntnis getätig, daß innere Sprünge in einer Gußschicht an den Ecken eines Stranggußproduktes durch Ausbildung von Luftsäalten aufgrund der Schwindung, begleitet durch die Phasenänderung von geschmolzenem Metall, welches der Form zugeführt wird, von einer flüssigen Phase in eine feste Phase bei kontinuierlichem Stranggießen, um aus dem geschmolzenen Zustand in dem Gießspiegelbereich eine verfestigte Schale bzw. Haut auszubilden, bewirkt werden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird, um die durch das Schrumpfen bzw. Schwinden bewirkte Ausbildung von Luftsäalten zu vermeiden, zusätzlich an der Innenwandfläche bzw. -oberfläche einer kontinuierlichen Stranggießform ein Verjüngungs- bzw. Verengungsbereich angeordnet, der dem Ausmaß des Schrumpfens bzw. Schwindens während bzw. bei der Ausbildung einer verfestigten Haut bzw. Schale aus einem geschmolzenen Metall entspricht, zur Verfügung

gestellt, wobei bzw. wodurch die verfestigte Schale des Stranggußproduktes in einem effizienten Kontaktzustand von dem Beginn der Ausbildung bis zu dem Entfernen aus der Form verbleibt.

5 Weitere Merkmale und Ziele der Erfindung werden aus der nachfolgenden, detaillierten Beschreibung der Erfindung ersichtlich werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

10 Fig. 1 ist eine Ansicht, die einen Längsschnitt einer kontinuierlichen Stranggußform in einer Ausbildung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt (der Luftsäalt 17 ist in dieser Figur zu Erläuterungszwecken etwas vergrößert dargestellt);

15 Fig. 2 ist ein Diagramm, welches die Änderung eines spezifischen Volumens in reinem Eisen und in Kohlenstoffstahl mit der Temperaturänderung zeigt, und das Zeichen * des Diagramms zeigt die Schwindung, die durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase bewirkt wird;

20 Fig. 3 ist eine erläuternde Ansicht, die ein Beispiel für die Änderung des Anstiegs der Schwindung eines Gußproduktes in einer Form nach dem Beginn der Verfestigung als ein Beispiel zeigt, indem ein Positionsverhältnis relativ zu einer Größe des Schwindens, korrigiert durch einen linearen Expansionskoeffizienten für die Änderung eines spezifischen Volumens eines 0,25 Masse-% Kohlenstoffstahls, der auf der Ordinate aufgezeichnet ist, gezeigt ist;

25 Fig. 4a ist eine schematische Draufsicht auf eine bestehende, kontinuierliche Stranggußform und Fig. 4b ist eine vertikale Querschnittsansicht einer kürzeren Seite entlang der Linie X-X in Fig. 4a;

30 Fig. 5a ist eine schematische Querschnittsansicht einer anderen bestehenden, kontinuierlichen Stranggußform und Fig. 5b ist eine Draufsicht auf die Form;

35 Fig. 6 ist eine schematische Ansicht, die eine Querschnittsstruktur eines Gußblocks in einer Ausbildung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt; und

40 Fig. 7 ist eine schematische Ansicht, die eine Querschnittsstruktur eines Gußblocks eines existierenden Beispiels zeigt.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

45 In einer kontinuierlichen Stranggußform bzw. Gußform bzw. Form bzw. Formwerkzeug ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein Verjüngungs- bzw. Verengungsbereich an einer Innenwandoberfläche bzw. Fläche einer kontinuierlichen Stranggußform entsprechend dem Ausmaß der Schwindung während der Ausbildung einer verfestigten Schale bzw. eines Mantels aus einem geschmolzenen Metall nahe eines Gießspiegels bzw. Meniskus angeordnet. In dem Verfahren zur Bestimmung des Profils eines Hohlraums in einer Gußform gemäß der vorliegenden Erfindung muß ein vorherrschendes Schwindungs- bzw. Schrumpfungsphänomen eines geschmolzenen Metalls in der Form genauer unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und 3 erklärt werden.

50 Fig. 2 ist ein Diagramm, welches die Änderung des spezifischen Volumens in reinem Eisen und in Kohlenstoffstahl mit dem Fortschreiten der Temperatur zeigt, und Fig. 3 ist eine erläuternde Ansicht, die ein Beispiel für die Änderung des Anstiegs der Schwindung eines Gußproduktes in der Form nach Beginn der Verfestigung als Beispiel zeigt, indem ein Positionsverhältnis in bezug auf die Größe einer Schwindung, die durch einen linearen Expansionskoeffizienten für die Änderung eines spezifischen Volumens eines 0,25 Masse-% Kohlenstoffstahls korrigiert ist, auf einer Or-

dinate angezeigt ist.

Fig. 2 zeigt Änderungskoeffizienten des spezifischen Volumens für reines Eisen, 0,25 Masse-% C und 0,8 Masse-% C Kohlenstoffstähle. Für jede Art von Stählen werden drei Arten von Schwindungen zeitlich aufeinanderfolgend ausgebildet, nämlich das flüssige Schrumpfen bzw. Schwinden in dem Flüssigphasenzustand ($p = q$), welches während der Absenkung der Temperatur des geschmolzenen Stahls von dem geschmolzenen Zustand (p) bis zu dem Verfestigungs-Ausgangspunkt (q) bewirkt wird, durch Phasenänderungen aus dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase bewirkte Schwindung ($q \Rightarrow r$) während der Temperaturabsenkung (Kühlen) in einem Bereich, wo fest/flüssig nebeneinander bestehen, von einem Verfestigungs-Ausgangspunkt (q) bis zu dem Verfestigungs-Endpunkt (r) und eine feste Schwindung ($r \Rightarrow s$), die durch das Absenken der Temperatur von dem Verfestigungs-Endpunkt bis zu dem Entnehmen des Stranggußproduktes aus der Form bewirkt wird und durch den linearen Expansionskoeffizienten gesteuert ist. Das Ausmaß der Schwindung für jede aus dem flüssigen Schwinden, der Schwindung, die durch Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand zu der Flüssigphase bzw. dem Festphasenzustand bewirkt wird, und der festen Schwindung kann als eine physikalische Größe, die durch die chemische Zusammensetzung des jeweiligen Stranggußproduktes bestimmt ist, erkannt werden.

Wie aus Fig. 2 ersehen werden kann, weist unter den Änderungen des spezifischen Volumens während des Abkühlens die feste Schwindung ($r \Rightarrow s$) ein großes Ausmaß bzw. Verhältnis auf, während die Phasenänderung von dem Verfestigungs-Ausgangspunkt (q) zu dem Verfestigungs-Endpunkt (r), nämlich die Schwindung, die durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase ($q \Rightarrow r$) abrupt, in einem engen Temperaturbereich, im Hinblick auf den Änderungskoeffizienten für die Änderung des spezifischen Volumens, auftritt.

Für das Phänomene in der Gußform während des kontinuierlichen Stranggießens ist es wichtig, die Schwindung, die durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase bewirkt wird, zu überprüfen, d. h. das Verfestigungsverfahren in der Form.

Indem nun auf das Verfestigungsverfahren in der Form im Fall eines kontinuierlichen Stranggießens für einen 0,25% C Kohlenstoffstahl als ein Beispiel Bezug genommen wird, unterliegt, wenn auf eine Verflüssigungstemperatur +20°C erhitzter, geschmolzener Stahl in eine Form gegossen wird, der geschmolzene Stahl in einem Gießspiegelbereich in Kontakt mit der Stranggußformwand einem Kühlen und beginnt momentan, sobald eine Temperatur der Flüssig- bzw. Liquiduslinie (etwa 1.500°C) erreicht ist, die Phasenänderung von der flüssigen Phase in die feste Phase, d. h. es beginnt die Verfestigung (Punkt q in Fig. 2), und die Verfestigung ist bei einer Verfestigungs- bzw. Solidustemperatur von etwa 1.475°C (Punkt r in Fig. 2) vervollständigt. Nachfolgend unterliegt das Gußprodukt der festen Schwindung, während es in Kontakt mit der Form (Punkte $r \Rightarrow s$ in Fig. 2) gekühlt wird und schließlich aus der Gußform bei einer Oberflächentemperatur des Stranggußproduktes von etwa 1.000°C entnommen wird.

Dies kann mit Rücksicht auf das Ausmaß der Schwindung eines Stranggußproduktes, wie dies in Fig. 3 gezeigt ist, bestimmt sein. D. h. ein in eine Gußform gegossener, geschmolzener Stahl ist in einem Gießspiegelbereich in Kontakt mit einer Gußformwand und zu dem Zeitpunkt, wo die Verfestigung beginnt, schwindet er während des Fortschreitens der Verfestigung, wie dies mit einer Linie ① in der Figur gezeigt ist, und vervollständigt die Verfestigung in einem Punkt r . Das Verfahren vom Start bis zum Ende der Ver-

festigung ist nahe dem Kühlungs- bzw. Gießspiegel in einer extrem kurzen Zeitspanne vervollständigt, in welcher eine Gußschicht als eine verfestigte Schale bzw. ein verfestigter Mantel ausgebildet wird.

5 Die Verfestigung schreitet weiter, begleitet durch die feste Schwindung durch den Kühlfehler der Form, wie dies durch eine Kurve ② gezeigt ist, von dem Punkt r kontinuierlich fort.

Die lineare Schwindungsrücke des Formstückes aufgrund des Verfestigungsschwindens zeigt einen Wert von etwa 0,7%.

Wie oben beschrieben, wird die von der Phasenänderung von der flüssigen Phase in die feste Phase begleitete Schwindung schnell in der Form in einer kurzen Zeit in einer Anfangsstufe des kontinuierlichen Gießens ausgebildet. D. h. die Schwindung ist ein Phänomen, welches nahe dem Meniskus bzw. Gießspiegel, in welchem eine verfestigte Haut bzw. Schale gebildet wird, wenn in die Form eingebrachtes, geschmolzenes Metall mit der Verfestigung von dem Moment des Kontakts mit der Form an beginnt (innerhalb 1 s nach dem Kontakt) auftritt. Da zusätzlich der statische Druck des geschmolzenen Stahls, der auf die verfestigte Haut bzw. Schale wirkt, nahe dem Meniskus extrem niedrig ist und keine Deformationsspannungen bewirkt werden, werden durch Schwindung aufgrund der Ausbildung der verfestigten Schale, begleitet durch die Phasenänderung der flüssigen Phase in die feste Phase, Luftspalte gebildet.

Dementsprechend ist es wichtig, um die Ausbildung der Luftspalte, die durch die Phasenänderung von der flüssigen Phase in die feste Phase wirkte Schwindung in der Form verursacht sind, zu vermeiden, um den Wärmeabstrahlungseffekt der Form für ein gleichmäßiges Abkühlen der Form zu maximieren, früh die durch die Phasenänderung von der flüssigen Phase in die feste Phase begleitete Schwindung,

15 20 25 30 35 40 45 50 55 60

geschnittenen Metall mit der Verfestigung von dem Moment des Kontakts mit der Form an beginnt (innerhalb 1 s nach dem Kontakt) auftritt. Da zusätzlich der statische Druck des geschmolzenen Stahls, der auf die verfestigte Haut bzw. Schale wirkt, nahe dem Meniskus extrem niedrig ist und keine Deformationsspannungen bewirkt werden, werden durch Schwindung aufgrund der Ausbildung der verfestigten Schale, begleitet durch die Phasenänderung der flüssigen Phase in die feste Phase, Luftspalte gebildet.

Dementsprechend ist es wichtig, um die Ausbildung der Luftspalte, die durch die Phasenänderung von der flüssigen Phase in die feste Phase wirkte Schwindung in der Form verursacht sind, zu vermeiden, um den Wärmeabstrahlungseffekt der Form für ein gleichmäßiges Abkühlen der Form zu maximieren, früh die durch die Phasenänderung von der flüssigen Phase in die feste Phase begleitete Schwindung, die nahe dem Meniskus bzw. dem Gießspiegel auftritt, zu absorbieren, d. h. die verfestigte Schale bzw. Haut unmittelbar nach der durch die Phasenänderung von der flüssigen Phase in die feste Phase wirkten Schwindung durch die Form direkt neben dem Gießspiegel zu stützen.

Das Verfahren zur Optimierung der Konizität bzw. der Verjüngung in der bestehenden Form wird unter Bezugnahme auf ein schematisches Diagramm, das in dem unteren Bereich der Fig. 3 gezeigt ist, zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung erklärt.

In der bestehenden Form ist der Konus von dem Gießspiegel (umfassend die Nachbarschaft des Meniskus bzw. des Gießspiegels) bis zu dem Unterende der Form durch eine gerade Linie ⑥ oder eine zweistufige bzw. in zwei geraden Abschnitten unterteilte Linie ⑦ in Übereinstimmung mit der Schwindung des Stranggußproduktes, einer sogenannten Festschwindungskurve ⑤ und so, daß diese ident oder dieser angenähert ist, ausgebildet. Unter Berücksichtigung des Gießspiegelbereichs, da hier eine große Differenz in der Größe der Schwindung, die durch die verfestigte Schale in dieser Stufe gebildet wird, besteht, kann ersehen werden, daß die Luftspalte, selbst wenn ein beliebiger Konus zur Verfügung gestellt wird, unter der Voraussetzung, daß er basierend auf der festen Schwindung zur Verfügung gestellt wird, nicht aufgenommen bzw. absorbiert werden können.

Um daher eine überschüssige Schwindung, die durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase bewirkt wird, die in der Form innerhalb eines engen Temperaturbereichs zu Beginn des kontinuierlichen Gießens bewirkt wird, d. h. innerhalb einer extrem kurzen Zeitspanne, nahe dem Meniskus der Form zu absorbieren und um hierbei den Kontakt des Gußproduktes nach der Schwindung mit der Form neuerlich sicherzustellen, wird dementspre-

sprechend ein Einschnürungs- bzw. Verengungsbereich für die Aufnahme eines Ausmaßes einer Schwindung, die durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand in den festen Zustand entsprechend der durchgezogenen Linie ① in Fig. 1 bewirkt wird, neu eingebau bzw. vorgeschen, basierend auf welchem die vorliegende Erfindung vervollständigt wurde.

Daher wurde die vorliegende Erfindung unter Berücksichtigung der bei der Ausbildung der verfestigten Schale bewirkten Schwindung durch die Phasenänderung, die durch Änderung von dem Flüssigphasenzustand in den festen Zustand bewirkt wird, durchgeführt, und welche in den bestehenden, kontinuierlichen Gußformen nicht berücksichtigt wurde.

Die vorliegende Erfindung stellt eine Gußform zur Verwendung beim kontinuierlichen Metallstranggießen zur Verfügung, die einen an beiden Enden offenen Hohlraum aufweist, in welchem eine vertikale Querschnittsform von einer Gießspiegel- bzw. Meniskusposition bis zu einem gewünschten Bereich in dem Hohlraum durch einen Verjüngungs- bzw. Verengungsbereich gebildet ist, der dem Ausmaß der Schwindung aus der Flüssigphase in die feste Phase eines zugeführten Metalls entspricht.

Da der Verjüngungs- bzw. Verengungsbereich für eine kontinuierliche Stranggußform in der vorliegenden Erfindung ein Ausmaß einer linearen Schwindung bzw. Schrumpfung entsprechend etwa 0,7% in einem 0,25 Masse-% C Kohlenstoffstahl aufweist, wie dies oben beschrieben wurde, und eine abrupte, stufenförmige Änderung in dem Meniskus- bzw. Gießspiegelbereich zeigt, wie dies in Fig. 3 gezeigt ist, ist es wünschenswert, daß der Bereich einerartige Form aufweist, welche mit einer Linie bzw. Spur der stufenweisen Schwindung, die durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase bewirkt wird, übereinstimmt.

Zusammenfassend liegt das Merkmal der vorliegenden Erfindung betreffend die Schwindung, die durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase bewirkte Schwindung ausgebildet ist, und den hiezu zuordnabaren Luftspalten darin, daß die Luftspalte in dem Gießspiegelbereich unmittelbar nachher, indem der Halt- und der Kontaktzustand des Gußproduktes aufrechterhalten wird, absorbiert werden und indem auf ein gleichmäßiges Abkühlen des Gußproduktes abgezielt wird.

Der Verjüngungs- bzw. Verengungsbereich ist vorzugsweise in einer Position innerhalb von 100 mm von dem Gießspiegelbereich angeordnet.

Deshalb kann die verfestigte Schale gehalten werden und zuverlässig mit der Gußformwand von dem Stadium des Beginns der Ausbildung der verfestigten Haut effizient in Kontakt bleiben, indem der Einschnürungs- bzw. Verengungsbereich an der Innenwandoberfläche des Hohlraums in einem Bereich innerhalb von 100 mm von dem Meniskus angeordnet ist, sodaß die Ausbildung von Luftspalten verhindert werden kann.

Die Ausgangsposition für den Verengungsbereich ist unter Berücksichtigung der Gußgeschwindigkeit bzw. -rate der Zusammensetzung des geschmolzenen Metalls, den Vibrationsstößen der Form und dgl. bestimmt und als eine Basisbedingung ist der Verengungsbereich in bzw. bei einer Gießspiegelposition angeordnet.

Die Ausgangsposition für den Verengungsbereich kann weiters auch so viel unterhalb der Gießspiegelposition angeordnet sein, wie die Vibrationsamplitude der Form ausmacht. Dann bleibt der Ausgangspunkt für den Verjüngungsbereich immer unterhalb der Position der geschmolzenen Oberfläche in der Form, was es leicht macht, der durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand in die

feste Phase des geschmolzenen Metalls bewirkten Schwindung zu genügen.

Andererseits hängt der Faktor zur Bestimmung der Endposition des Verjüngungsbereichs hauptsächlich von der 5 Gußgeschwindigkeit bzw. -rate ab. Wie dies aus der vorhergehenden Erläuterung ersehen wird, kann es, da das Phänomen der durch die Phasenänderung begleiteten Schwindung innerhalb einer kurzen Zeitspanne auftritt, genügen die Endposition bis zu 100 mm, vorzugsweise 70 mm und noch bevorzugter 30 mm, von der Meniskusposition anzutreten, bei welcher die verfestigte Schale zuverlässig gehalten werden kann und in Kontakt mit der Oberfläche der Gußform bis zur Vervollständigung der Ausbildung der verfestigten Schale in Kontakt bleibt, sodaß die darauffolgende Abkühlleistung der Form höchst effizient genutzt werden kann.

Wenn in der vorliegenden Erfindung die Größe des Verjüngungsbereichs in der Ausgangsposition als eine Hohlraumgröße an der Gießspiegelposition definiert ist, ist es bevorzugt, daß die Größe des Verjüngungsbereichs an der 10 Endposition um 0,2% bis 1,5% kleiner als die Hohlraumgröße in der Gießspiegelposition gemacht wird.

Indem das Größenreduktionsverhältnis (%) für den Verengungsbereich bestimmt wird, nämlich ((Hohlraumgröße an der Gießspiegelposition) – (Größe des Verengungsbereichs an der Endposition))/(Hohlraumgröße an der Gießspiegelposition) × 100 = von 0,2% bis 1,5%, kann dem Ausmaß der durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand zu der Festphase des geschmolzenen Metalls bewirkten Schwindung genügt werden und die verfestigte Schale kann zuverlässig in Kontakt mit der Gußformwand von dem Ausgangszustand der Ausbildung der verfestigten Schale an gehalten werden.

Das Größenreduktionsverhältnis (%) für den Verjüngungsbereich ist als innerhalb des Bereichs von 0,2% bis 1,5% liegend definiert, da das durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase des geschmolzenen Metalls bewirkte Ausmaß bzw. Verhältnis der Schwindung eine Volumenänderung in dem Bereich von etwa 0,7 bis 4,4% in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Metalle aufweist, was einem Bereich von etwa 0,2 bis 1,5% entspricht, wenn es in ein lineares Schrumpf- bzw. Schwindungsverhältnis umgewandelt wird.

In diesem Fall ist es bevorzugt, ein durch die Phasenänderung aus dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase bewirktes Schwindungsverhältnis für die Zusammensetzung des geschmolzenen Metalls, welches in einem kontinuierlichen Stranggießen verwendet wird (lineares Schwindungsverhältnis) in bezug auf das Größenreduktionsverhältnis des Verjüngungsbereichs anzuwenden, um dadurch noch zuverlässiger die verfestigte Schale in Kontakt an die Gußformwand von dem Stadium des Beginns der Ausbildung der verfestigten Schale an zu halten.

Weiters kann der Verjüngungsbereich mit einem Profil einer geraden Linie, einer Kurve (parabolische Kurve, gebogene Kurve oder kontinuierliche Kurve), einer Kombination aus geraden Linien und einer Kombination aus gerader Linie und Kurve ausgebildet sein.

Da es erforderlich ist, das verfestigte bzw. geronnene und ausgebildete Gußprodukt aus dem Verjüngungsbereich glatt zu entfernen, kann ein Einklemmen bzw. eine Beschränkung bzw. Einspannung des Stranggußproduktes durch den Verjüngungsbereich durch Ausbilden des Profils für den Verjüngungsbereich als ein in Richtung zu dem Auslaß nach innen geneigtes Profil vermieden werden, obwohl dies von der 60 Position der Ausbildung des Verjüngungsbereichs und der Regelung der Gußbedingungen, wie der Abzugsgeschwindigkeit und weiters von dem Oberflächenniveau des geschmolzenen Metalls abhängt.

Zusätzlich ist es als vertikaler Querschnittsbereich von der Endposition des Verjüngungsbereichs zu dem unteren Ende der Form bevorzugt, teilweise oder vollständig eine Form zur Verfügung zu stellen, die dem Ausmaß der festen Schwindung des Gußproduktes entspricht oder die eine einzelne oder Mehrzahl von aufeinanderfolgenden Verjüngungen aufweist.

Um die Effizienz der Abkühlleistung der Form zu maximieren, wird der Kontakt zwischen der Gußform und dem Stranggußprodukt maximiert, indem dies auch durch die Form von der Endposition des Einschnürungsbereichs bis zu dem Austragsende der Form erreicht werden kann. Zu diesem Zweck ist es notwendig, den Kontaktzustand mit dem Gußprodukt, der durch den Verengungsbereich sichergestellt wird, fortzusetzen und aufrecht zu erhalten, und es ist angeraten, einen Konus entsprechend der festen Schwindung des Gußproduktes auszubilden.

Es kann beispielsweise eine konische Form basicrend auf der festen Schwindung des Stranggußproduktes (Kurve ②) berechnet werden oder es kann zusätzlich zu dem Profil der in Fig. 3 gezeigten Form ein einstufiger (Linie ③) oder ein zweistufiger Konus (geknickte Linie ④) angeordnet sein.

Eine konkrete Ausbildung der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die in Fig. 1 als ein Beispiel gezeigte rohrförmige Gußform erklärt, jedoch beschränkt diese die vorliegende Erfindung nicht und es kann gegebenenfalls eine Modifikation im Design angewandt werden, wobei das technische Konzept der vorliegenden Erfindung nicht verlassen wird.

Die Zeichnung ist zum besseren Verständnis der Erfindung etwas hervorgehoben bzw. übertrieben gezeichnet und es sind auch Ausbildungen der Verjüngungsbereiche von verschiedenen Ausbildungen an der rechten und linken Seite der Zeichnung erläutert.

Eine Form 1 hat einen an oberen und unteren Enden offenen Hohlraum 2, in welchem eine graduell gegenüber der Gießspiegelposition bzw. Meniskus bzw. Meniskusposition 3 in Richtung zu dem oberen Ende vergrößerte, obere Öffnung 4, und zwar in den Hohlraum 2 ausgebildet ist, um die Einführung einer Eintauch- bzw. Winddüse oder dgl. beim Gießen zu erleichtern. Ein Verengungsbereich 6, der später beschrieben wird, ist durch die Punkte b, c oder b, c, d an der Gießspiegelposition 3 ausgebildet und ein Konus bzw. eine Konizität 7, der (die) der festen Schwindung bzw. der Verfestigungs- bzw. Solidifikationsschrumpfung einer verfestigten Schale entspricht, ist aneinanderstoßend bzw. benachbart an den Verjüngungs- bzw. Verengungsbereich 6 in Richtung zu einer unteren Endöffnung 9 ausgebildet.

Eine Ausbildung des Verjüngungs- bzw. Verengungsbereichs 6 des oben beschriebenen Hohlraums 2 ist auf Basis der in der rechten Hälfte der Fig. 1 gezeichneten Ausbildung beschrieben. Die Gußform 1 bildet die divergierende Öffnung 4 von der Gießspiegelposition 3 in Richtung zu dem oberen Ende, in welchem ein Bereich, der dem maximalen Stoß der Vibration der Form entspricht, um die Gießspiegelposition 3 als ein Zentrum eines geraden Bereichs (Punkt a \Rightarrow Punkt b) in der Form ausgebildet ist und die Ausgangsposition b des Verjüngungs- bzw. Verengungsbereichs 6 unterhalb der Gießspiegelposition 3 angeordnet ist.

Der Konus setzt sich von der Ausgangsposition b des Verjüngungsbereichs 6 mit einem Reduktionsverhältnis, das der durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase bewirkten Schwindung entspricht, innerhalb der Form nach innen fort, um den Hohlraum zu verengen, und endet in der Position für den Punkt c. Die durch den Punkt b \Rightarrow Punkt c gezeigte Oberfläche in dem Verjüngungs- bzw. Verengungsbereich 6 definiert eine Abschrägung bzw. Neigung, welche unter Berücksichtigung des Ab-

ziehens des Gußproduktes ausgebildet ist, und welche eine Wirkung der Abschwächung der Spannung des verfestigten Mantels während der Bewegung zeigt (begleitet von dem Abziehen des Stranggußproduktes).

Obwohl es auch möglich ist, den Hohlraum parallel zu dem axialen Zentrum der Gußform von dem Endbereich c des Verjüngungsbereichs 6 bis zum Austragsende der Form 1 auszubilden, ist es wünschenswert, eine konische bzw. sich verjüngende Form 7 in Richtung zu dem Austragsende e zur Verfügung zu stellen, da bzw. bei der die feste Schwindung des Stranggußproduktes berücksichtigt wird. Eine derartige Form des Hohlraums 2 kann die verfestigte, koagulierte Schale stützen und wird unmittelbar nach der Gießspiegelposition ausgebildet und übt die Abkühlfunktion aus.

Eine andere, in der linken Hälfte der Fig. 1 gezeigte Ausbildung des Verjüngungsbereichs 6 wird erläutert. Diese ist von der ersten Ausbildung dadurch verschieden, daß der Verjüngungsbereich 6 stufenweise ausgebildet ist. D. h., das Reduktionsverhältnis des Hohlraums 2 ist von der Ausgangsposition b bis zu einer Zwischenposition c des Verjüngungsbereichs 6 größer, während das Verringerungsverhältnis von der Zwischenposition c bis zu der Endposition d kleiner gemacht ist, wodurch die innerste Seite des Einschnürungsbereichs 6, die in den Gußformhohlraum 2 vorspringt, als eine glatte Kurve ausgebildet ist, um eine Führungsfunktion für das Stranggußprodukt in derselben Weise wie oben beschrieben zur Verfügung zu stellen.

Auch in dieser Ausführungsform ist eine konische Form 7 entsprechend der festen Schwindung der verfestigten Schale als ein Bereich zwischen der Endposition d des Verengungsbereichs und dem Unterende e der Form vorgesehen. Die konische Form kann mit einer Form entsprechend der festen Schwindung der verfestigten Schale, einem linearen Konus bzw. Verjüngung, einem zweistufigen Konus bzw. Verjüngung oder dgl. zur Verfügung gestellt werden.

Das Verhalten des geschmolzenen Stahls in der kontinuierlichen Stranggußform während des kontinuierlichen Stranggießens gemäß der Ausbildung der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die linke Hälfte von Fig. 1 beschrieben. Das durch die Phasenänderung aus dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase bewirkte Schwinden der verfestigten Schale des geschmolzenen Metalls, welches in die Form eingebracht wird, und die Dimensionsänderung des Stranggußproduktes durch feste Schwindung sind durch fette, durchgezogene Linien gezeigt.

Der in die Form 1 eingebrachte, geschmolzene Stahl wird durch die Form nahe der Gießspiegelposition 3 intensiv gekühlt, wodurch der geschmolzene Stahl verfestigt wird, um die verfestigte Schale zu bilden.

In diesem Schritt bewirkt die ausgebildete, verfestigte Schale durch das durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase bewirkte Schwinden theoretisch ein Dimensionsschwinden, wobei das Schwinden bzw. Schrumpfen in Punkt a startet und die Schwindung in Punkt f als Oberflächenschicht der verfestigten Schale vervollständigt ist.

Tatsächlich verläuft die durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase bewirkte Schwindung des Verfahrens von Punkt a \Rightarrow Punkt f, wie dies durch unterbrochene Linien gezeigt ist, anstelle von Punkt a \Rightarrow Punkt f, während sie in der Wirkung des Abziehens mit der Gußgeschwindigkeit bzw. -rate unterliegt, und vervollständigt die Verfestigung in der Oberflächenschicht der verfestigten Schale in Punkt f.

Nachfolgend unterliegt die Oberflächenschicht der verfestigten Schale einer Schwindung entsprechend der Kühlwirkung der Form, entsprechend: Punkt f (oder f') \Rightarrow g \Rightarrow h \Rightarrow d \Rightarrow e, während sie in Kontakt mit der Form steht. Wie dies

aus der Zeichnung ersehen werden kann, bildet der geschmolzene Stahl einen Luftspalt G in dem Gießspiegelbereich. In der vorliegenden Erfindung kann die verfestigte Schale zuverlässig in Kontakt mit der Innenwand der Gußform vom Anfangszustand der Ausbildung der verfestigten Schale an entsprechend der Dimensionsschwindung, die durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase der verfestigten Schale in dem Einschnürrungs- bzw. Verengungsbereich 6 bewirkt wird, insbesondere den Bereich b c der dem Ausmaß der durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase bewirkten Schwindung des geschmolzenen Stahls entspricht, gebracht werden und als ein Ergebnis kann die Ausbildung eines Luftpaltes verhindert werden. Dann, da die Ausbildung des Luftpaltes verhindert werden kann, kann die gesamte verfestigte Schale des Gußproduktes (insbesondere die verfestigte Schale an den Ecken des Gußproduktes) in einem bevorzugten Kontaktzustand mit der Innenseite der Gußform selbst nach der Endposition, d. h. dem Punkt d des Verjüngungsbereiches 6, gehalten werden und das Gußprodukt kann gleichmäßig und effizient abgekühlt werden.

Das Verhalten des kontinuierlichen Stranggießens von geschmolzenem Stahl in der existenten, kontinuierlichen Stranggußform wird unter Bezugnahme auf die linke Hälfte auf Fig. 1 erklärt. In der existierenden Form ist ein zweistufiger Konus bzw. Verjüngung (a-i-j-Bereich) 8 entsprechend der festen Schwindung der verfestigten Schale angeordnet. Als Konusform ist es bevorzugt, eine Form entsprechend der festen Schwindung der verfestigten Schale anzugeordnen (Kurve ⑤), jedoch wird üblicherweise ein linearer Konus (Linie ⑥) oder ein zweistufiger Konus (geknickte Linie ⑦) unter Berücksichtigung der Machbarkeit bzw. Herstellbarkeit der Gußform bei der Herstellung angeordnet, wie dies in den bestehenden Beispielen in Fig. 3 gezeigt ist.

In dieser bestehenden Form 1 ist, da die durch die Phasenänderung von dem Flüssigphasenzustand in die feste Phase bewirkte Schwindung der verfestigten Schale, die durch eine selle Linie entsprechend den Punkten a \Rightarrow f dargestellt ist, nicht in Betracht gezogen ist, ein Luftspalt 17 zwischen der Form und dem Stranggußprodukt ausgebildet.

Der Luftspalt 17 verringert die Wärmeleitung zwischen der Gußform und der verfestigten Schale merkbar. Während dann das kontinuierliche Stranggießen fortschreitet, beginnt die verfestigte Schale, durch den statischen Druck des geschmolzenen Stahls, der innerhalb des Stranggußproduktes zum Oberflächen-(Seiten-)bereich des Gußproduktes in dem unteren Bereich der Form wirkt, zu kriechen bzw. fließen bzw. dehnen, um einen Kontakt zwischen dem Gußprodukt und der Form zu bewirken. Der Luftspalt bleibt an den Ecken des Gußproduktes jedoch wie er ist, um so eine Kühlverzögerung an den Ecken des Stranggußproduktes zu bewirken.

Als ein Ergebnis ist die Dicke der verfestigten Schale nicht gleichmäßig und tendiert dazu, innere Sprünge an den Ecken des Gußproduktes oder ein Ausbrechen des Gußproduktes, wie zuvor beschrieben, zu bewirken.

Beispiel

Die Ergebnisse von Versuchen für ein kontinuierliches Stranggießen werden unter Verwendung der kontinuierlichen Stranggußform gemäß der vorliegenden Erfindung und der kontinuierlichen Stranggußform in dem bestehenden Beispiel erläutert.

Die kontinuierlichen Stranggießbedingungen in diesem Beispiel sind unten gezeigt.

Art des geschmolzenen Stahls: Kohlenstoffstahl (0,25

Masse-% C)

Gießtemperatur des geschmolzenen Stahls: 1.550°C

Blockgröße: 130 mm³

Dimensionsschwindungsverhältnis: etwa 0,7%.

5 Vibrationsamplitude der Form: 10 nm

Die Gußform des Verjüngungsbereichs 6, der in der linken Hälfte von Fig. 1 gezeigt ist, wurde als eine Gußform verwendet, und eine rohrförmige Gußform von 800 mm Gesamtlänge L wurde mit einer Gießspiegelposition 3, die 80 mm von dem oberen Ende der Gußform entfernt ist, ausgebildet, wobei der Ausgangsbereich b in dem Verjüngungsbereich 6 13 mm unterhalb der Gießspiegelposition 3 definiert ist und die Form für den Bereich a-b der Form wurde gerade ausgebildet. In der Annahme, daß das Dimensionsschwindungsverhältnis etwa 0,7% ist und die Größe des Hohlraums derart definiert wurde, daß die Hohlraumabmessung D1 bei der Ausgangsposition b des Verjüngungsbereichs 6 135,3 mm beträgt, war die Hohlraumabmessung D2 in der Endposition d 134,4 mm, die Abmessung D3 an der unteren Endposition e des Hohlraums war 134,0 mm und der Abstand x in der Gußformabzugsrichtung von der Gießspiegelposition 3 zu der Endposition d des Verjüngungsbereichs 6 war 33 mm. Weiters wurde das Profil von der Ausgangsposition b zu dem Zwischenbereich c des Verjüngungsbereichs 6 als eine gerade Linie, die geringfügig nach innen geneigt ist, ausgebildet, wobei die Hohlraumabmessung in dieser Position 134,5 mm war und der Abstand von der Gießspiegelposition 3 betrug 20 mm. Ein Bereich von der Zwischenposition c zu der Endposition d wurde als eine glatte Kurve ausgebildet und weiters wurde ein linearer Konus 7 von der Endposition d zu der unteren Endposition e des Hohlraums zur Verfügung gestellt.

In dieser Ausbildung wurde ein kontinuierliches Stranggießen durch Einstellen der Gießgeschwindigkeit bzw. -rate auf 3,0 m/min, was der höchsten Geschwindigkeit in diesem Land für diese Art und Größe von kontinuierlichen Stranggießbedingungen, die oben beschrieben wurden, entspricht, eingestellt, wobei die Gießgeschwindigkeit graduell erhöht wurde, sobald das Verfahren stabilisiert war, und dann wurde das kontinuierliche Stranggießen mit einer Gießgeschwindigkeit von 4,5 m/min durchgeführt, was 1,5 mal höher als die übliche Geschwindigkeit ist. Die Operation wurde in dem stabilen Zustand fortgesetzt und das kontinuierliche Stranggießen konnte ohne Ausbildung von Ausbrüchen in dem Gußprodukt bis zum Ende vervollständigt werden.

Die Querschnittsstruktur eines in diesem Beispiel erhaltenen Blocks wurde exakt aus einem Schwefel- bzw. Brammenabdruck reproduziert und das Ergebnis ist in Fig. 6 gezeigt.

Wie in Fig. 6 gezeigt, hatte die Querschnittsstruktur des unter Verwendung des kontinuierlichen Stranggußverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellten Blocks eine Gußschicht bzw. Hartgußschicht bzw. gekühlte Schicht 19 von gleichmäßiger und großer Dicke, an den Ecken des Blocks wurden keine inneren Sprünge beobachtet und der Querschnitt des Blocks wies eine normale Form auf, obwohl das Gießen mit einer 1,5 mal höheren Geschwindigkeit als die existente Gußgeschwindigkeit durchgeführt wurde.

Zu Vergleichszwecken mit der vorliegenden Erfindung wurde ein kontinuierliches Gießen unter Verwendung eines existenten Typs einer rohrförmigen Gußform mit einer Formlänge L von 800 mm, einer Hohlraumabmessung D1 an der Gießspiegelposition 3 von 134,4 mm und einer Hohlraumdimension D3 an dem Unterende der Form von 134,0 mm durchgeführt, in welcher ein einstufiger, linearer Konus 8 von der Gießspiegelposition 3 bis zu dem Unterrende der Form vorgesehen war.

Dann wurden auch in dem Vergleichsbeispiel Blöcke durch Durchführen eines kontinuierlichen Gießens mit einer Gußrate unter den kontinuierlichen Gußbedingungen, die oben beschrieben wurden, nämlich mit einer Gußgeschwindigkeit von 3,0 m/min. hergestellt.

Wie dies in Fig. 7 gezeigt ist, ist in diesem Vergleichsbeispiel die Dicke einer Gußschicht 19 in der Querschnittsstruktur der Blocks dünn und insbesondere war die Dicke der Gußschicht 19 an den Ecken zwischen 2 und 3 mm extrem dünn, in welchen inneren Sprünge 18 beobachtet wurden. Die inneren Sprünge 18 sind nicht nur in der Gußschicht 19 ausgebildet, sondern auch betreffend die dentritischen Kristalle 20 innerhalb des Gußproduktes. Dementsprechend konnte die Gußrate im Hinblick auf die Gefahr eines Ausbrechens nicht erhöht werden.

Dann wurde die Wölbensdeformation der Oberfläche, die durch den statischen Druck des geschmolzenen Stahls bewirkt wurde, in dem Querschnitt des Blocks beobachtet.

Wie dies aus dem vorhergehenden offensichtlich ist, ist, wenn die kontinuierliche Stranggußform gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird, die Gußschicht bzw. Hartgußschicht gleichmäßig dick und keine inneren Sprünge sind an den Ecken der Blöcke ausgebildet, ebenso wie Blöcke mit normaler Querschnittsform erhalten werden können, selbst wenn die Gußgeschwindigkeit um 1,5 mal gegenüber der üblichen erhöht wird, im Vergleich zu dem Fall, in welchem die existierende, kontinuierliche Stranggußform verwendet wird.

Die Form zur Verwendung in dem kontinuierlichen Stranggießen gemäß der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die Ausbildungen und Beispiele derselben beschränkt, sondern kann beispielsweise in kontinuierlichem Stranggießen von Gußprodukten, wie Brammen, Tafeln und nicht nur beim kontinuierlichen Gießen von Blöcken verwendet werden. Dann ist auch die Form des Blocks nicht auf die normale quadratische Querschnittsform wie in diesem Beispiel beschränkt, sondern die Erfindung kann auch auf rechteckige, hexagonale, oktagonale oder kreisförmige Blöcke angewandt werden.

Weiters ist die vorliegende Erfindung nicht nur auf geschmolzenen Stahl anwendbar, sondern auch auf geschmolzene Metalle, die einem Schwinden bei der Phasenänderung von flüssig zu fest unterliegen, wenn das geschmolzene Metall kontinuierlich gegossen werden soll (beispielsweise geschmolzenes Metall aus Aluminiumlegierung und Kupferlegierung).

Obwohl die Erfindung anhand eines Beispiels und unter Bezugnahme auf mögliche Ausbildungen derselben beschrieben wurde, ist zu verstehen, daß Modifikationen oder Verbesserungen daran ausgeführt werden können, ohne daß der Rahmen der Erfindung, wie er in den nachfolgenden Patentansprüchen definiert ist, zu verlassen.

Die vollständige Offenbarung der japanischen Patentanmeldung Nr. 10-217576, hinterlegt am 31. Juli 1998, umfassend Beschreibung, Zeichnungen und Zusammenfassung, ist hier in ihrer Gesamtheit als Referenz enthalten.

Patentansprüche

- Gußform (1), geeignet für kontinuierliches Metallstranggießen, umfassend:
einen an beiden Enden offenen Hohlraum (2), worin die vertikale Querschnittsform an der Innenwandoberfläche des Hohlraums (2) von einer Gießspiegelposition (3) bis zu einem gewünschten Bereich als ein Verjüngungs- bzw. Verengungsbereich (6) ausgebildet ist, der dem Ausmaß der Schwindung entspricht, welche durch die Phasenänderung vom Flüssigphasenzustand

in die feste Phase eines zugeführten Metalls bewirkt ist.
2. Gußform nach Anspruch 1, worin der Verjüngungs- bzw. Verengungsbereich (6) in einem Bereich zwischen dem Gießspiegelbereich (3) und bis zu 100 mm von der Gießspiegelposition entfernt angeordnet ist.
3. Gußform nach Anspruch 1 oder 2, worin die Größe des Verjüngungs- bzw. Verengungsbereich (6) am Ausgangsende als eine Hohlraumgröße an der Gießspiegelposition (3) definiert ist und die Größe des Verjüngungs- bzw. Verengungsbereichs an der Endposition gegenüber den Hohlraumabmessungen in bzw. bei der Gießspiegelposition um 0,2 bis 1,5% verkleinert ist.
4. Gußform nach einem der Ansprüche 1 bis 3, worin der Verjüngungs- bzw. Verengungsbereich (6) mit einer geraden Linie, einer Kurve oder einer Kombination aus einer geraden Linie und einer Kurve ausgebildet ist.
5. Gußform nach einem der Ansprüche 1 bis 4, worin die vertikale Querschnittsform für eine Innenwandoberfläche des Hohlraums (2) für den Verjüngungs- bzw. Verengungsbereich (6) von der Endposition des Verjüngungs- bzw. Verengungsbereichs (6) bis zu dem Unterende (9) der Gußform (1) teilweise oder vollständig mit einer dem Ausmaß der festen Schwindung des zugeführten Metalls entsprechenden Form oder einem einzelnen Konus (7) oder einer Mehrzahl von aufeinanderfolgenden bzw. kontinuierlichen Konizitäten (7) ausgebildet ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

F I G. 1

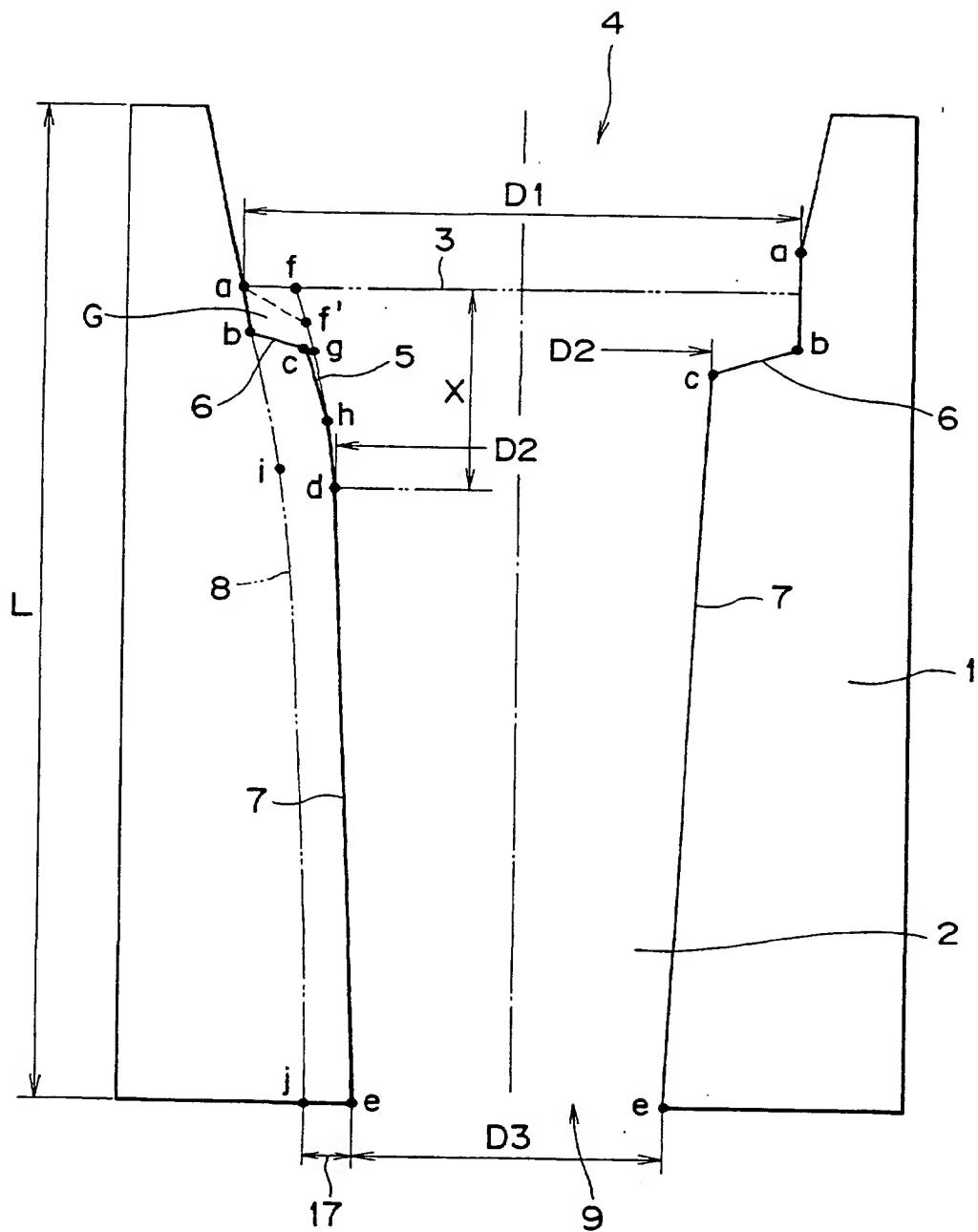
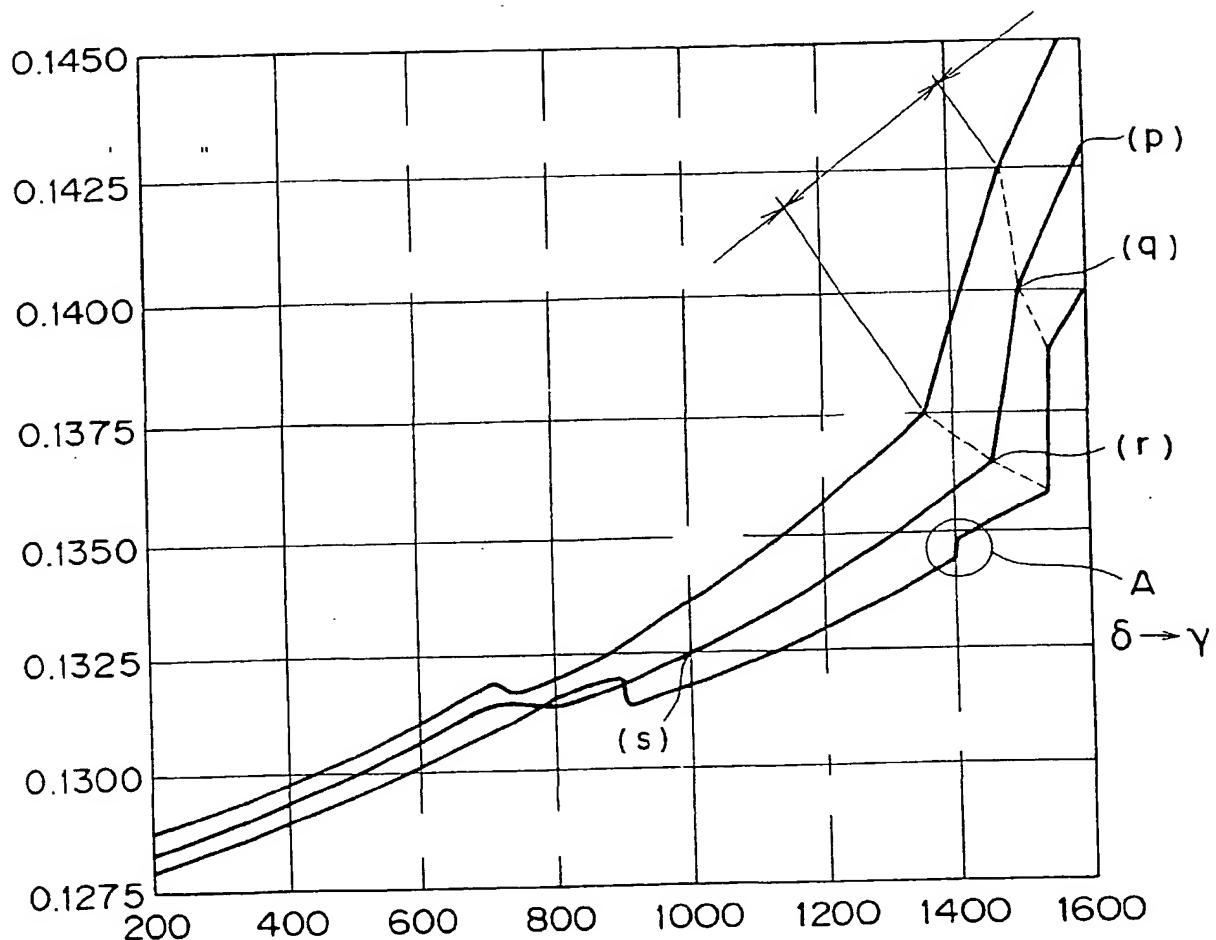
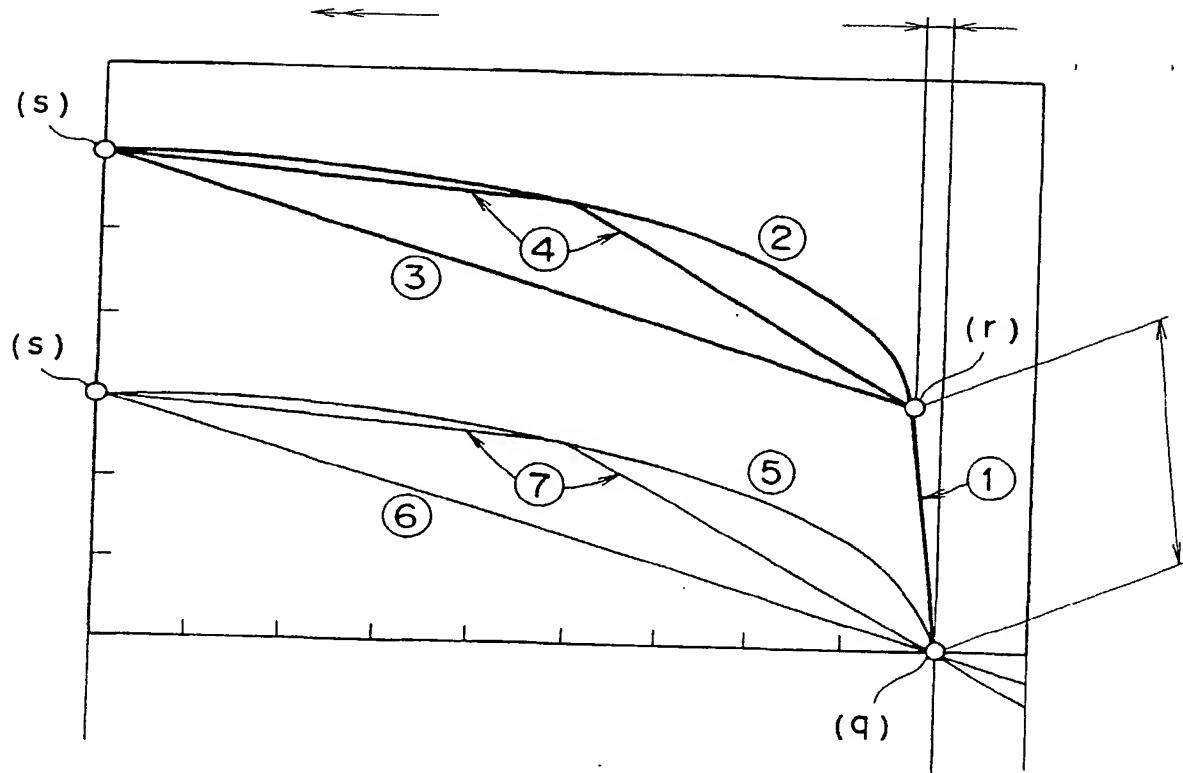


FIG. 2



F I G. 3



BEST AVAILABLE COPY

902 066/722

FIG. 4a

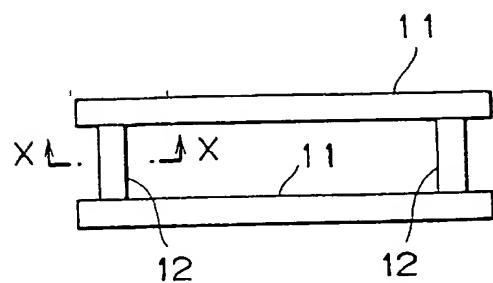


FIG. 4b

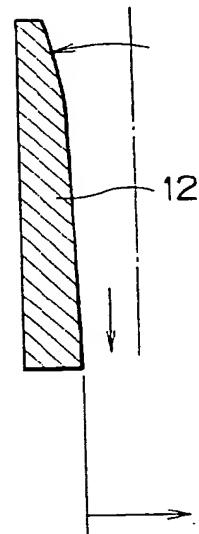


FIG. 5a

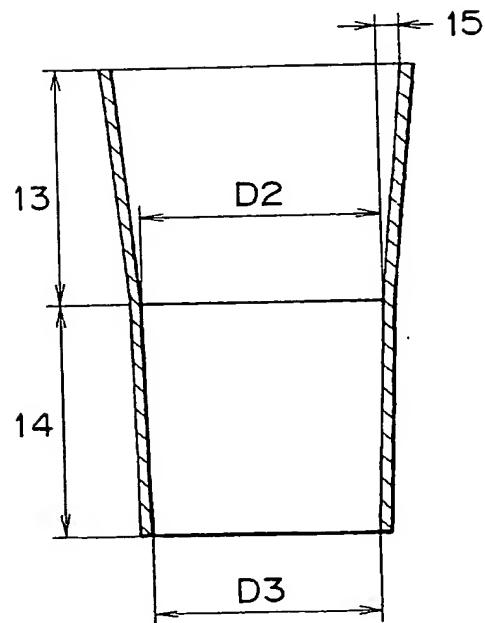
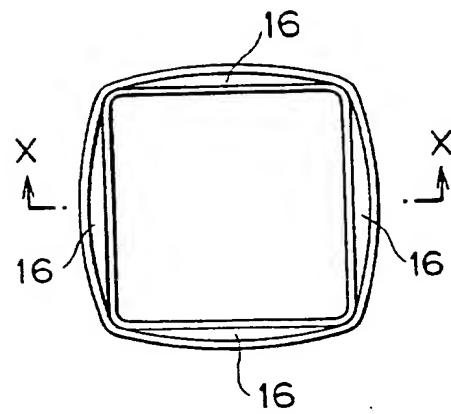
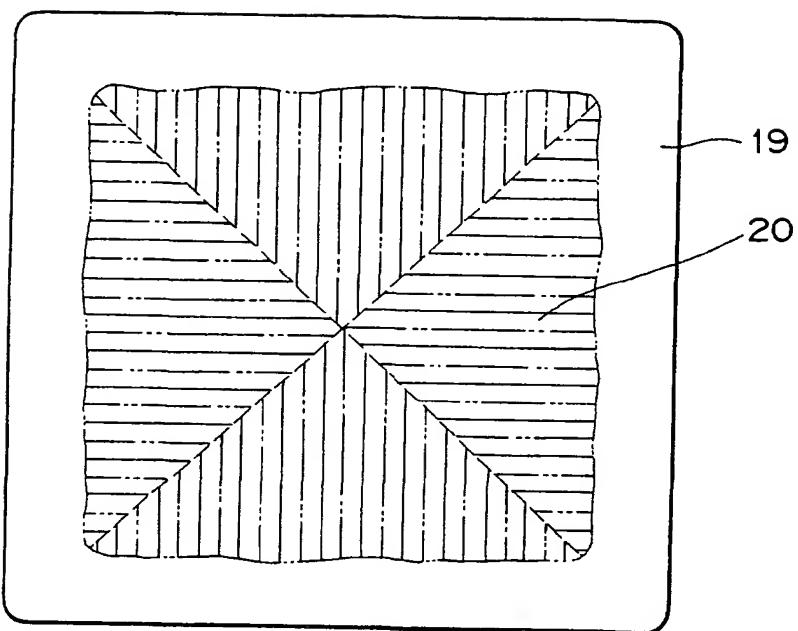


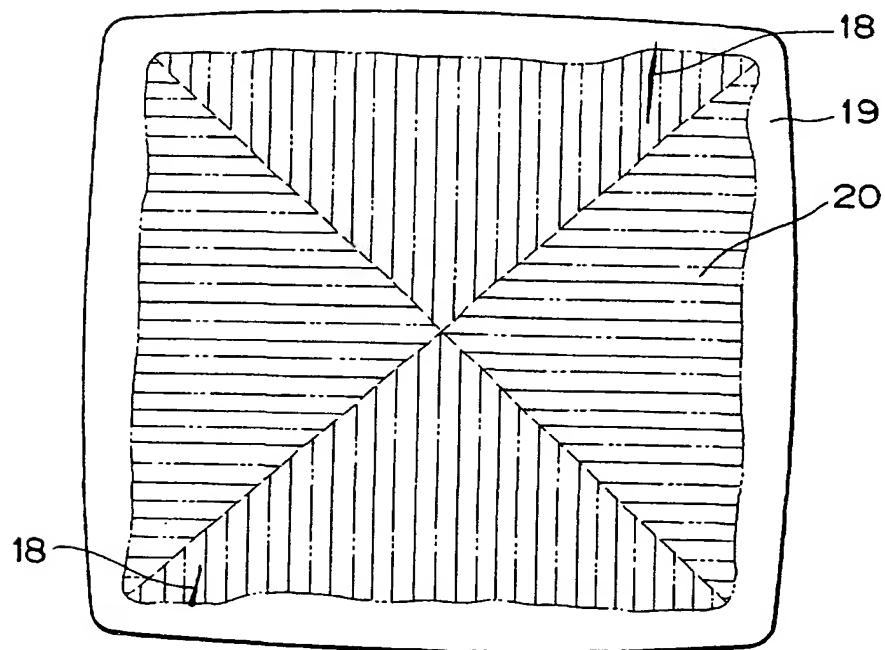
FIG. 5b



F I G. 6



F I G. 7



BEST AVAILABLE COPY

902 066/722